



Hochfest und leicht im Automobilbau

AluReport spricht mit Professor Dr. Peter Uggowitzer, ETH Zürich, und Priv. Doz. Dr. Helmut Kaufmann, Technikvorstand der AMAG, über das Leichtbaupotenzial von hochfesten Aluminiumlegierungen und die Absicht der AMAG, die Einführung solcher Blechwerkstoffe im Automobilbau durch umfangreiche F&E-Tätigkeit als Pionier zu begleiten.

Im Zuge der Debatte über Leichtbau zur Senkung des CO₂-Ausstoßes von Fahrzeugen aller Art wird der Ruf nach hochfesten Aluminiumlegierungen immer lauter. Besonders die Automobilindustrie scheint damit eine Alternative zu hochfesten Stählen und zu CFK zu fordern. Wo steht die AMAG?

Kaufmann: Lassen Sie mich bitte zuerst kommentieren, dass der Blick auf die Festigkeit eines Werkstoffs in Hinblick auf sein Leichtbaupotenzial bei Weitem zu kurz greift. In der Regel sind die technischen Anforderungen an ein Bauteil komplex, sodass es notwendig ist, für das jeweilige Bauteil im Verband mit anderen Bauteilen in der gesamten Leichtbaukonstruktion den geeigneten Werkstoff auszuwählen. Dabei haben Leichtbaulösungen aus Aluminium sehr gute Voraussetzungen, weil es mittlerweile eine große Zahl an Legierungen gibt, die auch noch auf den

konkreten Anwendungsfall hin optimiert werden können. Zurück zu Ihrer Frage: Es gibt schon seit Jahren hochfeste Aluminiumlegierungen, die im Flugzeugbau oder in Sportgeräten zur Anwendung kommen, jedoch den Sprung in die Automobil-Serienfertigung noch nicht geschafft haben. Die AMAG ist ein Spezialist für hochfeste Aluminium-Werkstoffe und verfügt über mehrere Jahrzehnte Erfahrung auf diesem Gebiet. Schon 1979 erhielt die AMAG die erste Zulassung als Luftfahrtlieferant. Nun will die AMAG bei der Einführung dieser hochfesten Werkstoffe im Automobilbau gemeinsam mit Partnern aus der Automobilindustrie und der Zulieferindustrie eine Pionierrolle übernehmen.

Nun wurde das komplexe Anforderungsprofil an solche Werkstoffe angesprochen. Herr Prof. Uggowitzer, können Sie uns kurz erklären, welche Aluminiumlegierungen als „hochfest“

bezeichnet werden und welche Eigenschaften sie sonst noch mitbringen?

Uggowitzer: In der European Aluminium Association (EAA) hat man sich darauf verständigt, dass Legierungen mit einer Streckgrenze größer 300 MPa als „hochfest“ und solche mit einer Streckgrenze größer 400 MPa als „höchstfest“ eingestuft werden. Diese Grenzwerte werden nur von aushärtbaren Legierungen aus den Familien 2xxx (Al-Cu), 6xxx (Al-Mg-Si) und 7xxx (Al-Zn) überschritten, wobei die höchstfesten Legierungen aus dem Kreis der Al-Zn-Mg-Cu Legierungen kommen.

Hier stecken nun schon zwei wichtige Informationen drinnen: Diese Legierungen erreichen ihre hohen Festigkeiten nach einer „Aushärtung“ in Form einer gezielten Wärmebehandlung. Mit der Wahl der Wärmebehandlungsparameter können



auch die Eigenschaften gezielt beeinflusst werden. Es sei darauf hingewiesen, dass mit einer Erhöhung der Festigkeit im Allgemeinen ein Verlust an Duktilität einhergeht, d. h., dass der Werkstoff spröder wird. Das erschwert die Umformbarkeit bei Raumtemperatur. Außerdem wurde gesagt, dass die höchstfesten Legierungen Kupfer als wesentliches festigkeitssteigerndes Element enthalten, was aber umgekehrt die Korrosionsbeständigkeit dieser Legierungen negativ beeinflusst.

Bleiben wir beim Thema Korrosion. Warum werden dann die Legierungen der 2xxx- und 7xxx-Familien seit Jahrzehnten erfolgreich in der Luftfahrt eingesetzt?

Kaufmann: Vereinfacht gesagt, weil es für das Voranschreiten von galvanischer Korrosion eines Elektrolyten bedarf, der im Straßenverkehr durch salzsaure Fahrbahnen gegeben ist und im Flugverkehr praktisch nicht auftritt.

Aber was kann man tun, um die kupferhaltigen Legierungen straßentauglich zu machen?

Uggowitzer: Die Design-Strategie ist naheliegend – man könnte auf Kupfer als Legierungselement verzichten. Dann jedoch werden die Al-Zn-Mg Legierungen anfällig auf Spannungs-Riss-Korrosion. Der Grund dafür liegt in der Ausbildung unedler Korngrenzenphasen und dem

gleichzeitigen Auftreten von sogenannten ausscheidungsfreien Zonen in der Umgebung der Korngrenze. Dem kann entgegengewirkt werden durch ein Zulegieren von wenigen Zehntel-Prozent Silber; die Korngrenzenausscheidungen werden durch den Einbau von Silber etwas edler und die Bildung von ausscheidungsfreien Zonen wird unterbunden, so dass die Empfindlichkeit gegen Spannungs-Riss-Korrosion signifikant verringert wird. Angesichts der hohen Kosten für das Legierungselement Silber scheidet aber dieser Lösungsweg – auch wenn er technisch noch so attraktiv erscheint – wirtschaftlich aus.

Wir benötigen daher einen anderen Ansatz. Aber da hat die AMAG ja ein Stärkefeld, das sich anbietet ...

Wie kann die Lösung daher aussehen?

Kaufmann: Aus heutiger Sicht erscheint uns das Aufbringen einer dünnen Schutzplattierung auf den 7xxx-Blechwerkstoff ein aussichtsreicher Weg zu sein. Die in Zusammensetzung und Dicke genau auf den Grundwerkstoff abgestimmte Schutzplattierung verhindert den Korrosionsangriff und erhält die wichtigen Leichtbaueigenschaften des 7xxx-Blechbauteils. AMAG hat die Expertise zum Walzplattieren im Haus und erste Versuche bestätigen auch schon, dass dieser Lösungsweg erfolgversprechend ist.

Sprechen wir das wichtige Thema der Umformbarkeit an. Herr Prof. Uggowitzer, Sie erwähnten, dass 7xxx-Legierungen schlechter umformbar seien als andere Aluminiumlegierungen.

Uggowitzer: Bei Raumtemperatur sind diese Legierungen schlechter umformbar als die im Automobilbau üblichen Legierungen der 5xxx- und 6xxx-Familien. Aber hier gibt es eine relativ einfache Lösung, denn schon bei 200° C zeigen die Legierungen der 7xxx-Familie ein hervorragendes Umformvermögen.

Kaufmann: Der Lösungsansatz der AMAG lautet: Werkstoff AMAG TopForm® UHS in Kombination mit Halbwarmumformung. Das Blech aus der angepassten Legierung 7075 wird für den Zweck der Umformung nur kurz auf Temperatur gebracht, umgeformt und abgekühlt, sodass nur ein geringer Abfall der Festigkeit gegenüber dem höchstfesten T6-Zustand beobachtet wird (siehe dazu Beitrag auf Seite 8).

Wie unterstützen die universitären Partner die Entwicklungsarbeit der AMAG?

Uggowitzer: Wenn ich hier als Vorsitzender des wissenschaftlichen Beirats der AMAG auch für meine Kollegen sprechen darf, so sind das zwei Arten: Einmal durch enge Zusammenarbeit in den Forschungs-



projekten und zum Zweiten als Beirat, der das Projektportfolio und die Fortschritte genau unter die Lupe nimmt. Mich begeistert die zielgerichtete Aufstellung der Projekte. Der Fortschritt ist beeindruckend; ich darf dem Team hier meine Anerkennung aussprechen. Bedenken Sie, dass die AMAG allein in den vergangenen drei Jahren mehr als 50 Fachbeiträge in einschlägigen Zeitschriften und bei Konferenzen geliefert hat. Ich finde das für ein Industrieunternehmen dieser Größe als sehr beachtlich. Zumeist wurde in diesen Beiträgen über neue Guss- und Knetlegierungen, neue Wärmebehandlungsansätze, über optimierte Umformbarkeit, über hochfeste Mehrschicht-Bleche bis hin zu neuen Prüftechniken von hochfesten Legierungen berichtet. Das verdeutlicht die Kompetenz auf dem Gebiet der hochfesten Legierungen. Unser aktiver Anteil in den Projekten bezieht sich meist auf theoriegestützte Legierungs- und Prozessentwicklung. Dabei werden aber durchaus auch die Werkzeuge, nämlich die Computerprogramme zur Simulation der Gefügeentwicklung und der Prozessführung, weiterentwickelt, um Wärmebehandlungsschritte oder Walzstiche zu optimieren. Dazu kommen noch die besonderen Werkstoffprüfeinrichtungen der Universitäten, die beim Abgleich von Simulation und Praxis benötigt werden.

Kaufmann: Ich möchte hier ergänzen, dass uns die genannten Simulationspro-

gramme auch bei unserer Beratungstätigkeit für die Kunden unterstützen. Einleitend wurde ja schon angemerkt, dass der Werkstoff dem Anwendungsfall entsprechend ausgewählt und angepasst werden soll. Die Legierungszusammensetzung innerhalb einer gegebenen Normtoleranz, die konkreten Umformschritte, die konkreten Wärmebehandlungsparameter und mehr beeinflussen die Eigenschaften des Endprodukts und können – wenn die Zusammenhänge bekannt sind – gezielt optimiert werden. Mit dem sehr breiten Produktportfolio kann die AMAG dann zumeist die geeignete Lösung für den Kunden anbieten. Nicht automatisch ist dann eine höchstfeste Legierung aus der 7xxx-Familie als Strukturwerkstoff im Leichtbau die beste Lösung. Beispielsweise bietet die AMAG seit Kurzem auch eine Reihe von 6xxx-Legierungen an, die aufgrund einer speziellen Wärmebehandlung deutlich höhere Festigkeiten erzielen lassen als bei der üblichen T6-Behandlung. Darunter befindet sich die Legierung 6013, die aus der Luftfahrt bekannt ist und mit ihrem Eigenschaftsprofil besonders nach der speziellen Wärmebehandlung durchaus auch für den Automobilbau interessant sein kann (siehe dazu Beitrag auf Seite 7).

Zur Verbesserung des Umformvermögens und der Korrosionseigenschaften von höchstfesten Legierungen der 7xxx-Familie gibt es offenbar schon ganz konkrete

Lösungen, aber wie sieht es mit dem Fügen aus?

Kaufmann: Gewöhnliche Schmelzschweißverfahren funktionieren für diese Legierungen bekanntermaßen nicht gut. Zuletzt konnten hervorragende Fortschritte beim Punktschweißen erzielt werden. Auch Reibrührschweißen (FSW) funktioniert klaglos. In Fahrzeugstrukturen wird aber wohl häufig Kleben das Mittel der Wahl sein. Hierzu bedarf es geeigneter Oberflächenvorbehandlung – und auch damit befasst sich die Entwicklungsabteilung der AMAG. Wie schon mehrfach angekündigt, wird die AMAG Ende des Jahres eine moderne Oberflächenpassivierungsanlage in Betrieb nehmen. Natürlich werden wir uns dann auch dieses Themas annehmen.

Hoch- und höchstfeste Aluminiumlegierungen sollen im Leichtbau Anwendung finden, um im Betrieb eines Fahrzeugs die CO₂-Emissionen zu reduzieren. Wie aber sieht es aus mit Emissionen während der Herstellung der Legierungen?

Kaufmann: Bekanntermaßen ist die AMAG in Ranshofen ein führender Aluminium-Recyclingbetrieb. Mit modernsten Schmelzeinrichtungen werden jährlich mehr als 200.000 t Aluminiumschrott in hochwertige Guss- und Knetlegierungen umgewandelt. Dabei werden nur 5% des Energieeinsatzes im Vergleich zur Primäraluminiumproduktion benötigt. Entsprechend fallen auch geringere CO₂-Emissionen an. Und das Schöne ist, dass die höchstfesten Legierungen der AMAG als recyclingfreundlich betrachtet werden können.

Uggowitzer: Die Optimierung der Legierungszusammensetzung hochfester Aluminiumlegierungen in Hinblick auf Recycling-Freundlichkeit wird eine spannende Aufgabe für die Forschungsarbeit der kommenden Jahre. Sie verlangt das enge Zusammenspiel von Automobilherstellern, Aluminiumproduzenten und Forschungseinrichtungen. Da sind wir schon auf einem sehr guten Weg! ■

Prof. Peter J. Uggowitzer

ist seit Mai 1996 Ad Hominem Professor am Departement Materialwissenschaft der ETH Zürich, wo er den Bereich „Leichtmetalle“ am Laboratorium für Metallphysik und Technologie leitet.

Seit Anfang 2008 ist er Vorsitzender des wissenschaftlich-technologischen Beirats der AMAG.

